

УДК 528.4:712.24

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****Ф.А.МУСАЕВ**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О.А.ЗАХАРОВА

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Р.Н.УШАКОВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Рязанский Государственный Агротехнологический Университет имени П.А.Костычева

М.Г.МУСТАФАЕВ

доктор аграрных наук, доцент,

НИИ Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана

Современные агроландшафты должны быть долговечными, экологически равновесными и гармонично связанными с естественными ландшафтами, устойчивыми к неблагоприятным воздействиям, экономически выгодными. Несмотря на активизацию научных исследований в области рационального землепользования, способы практической реализации предлагаемых мероприятий недостаточно разработаны. В связи с этим изучение современного состояния агроландшафтов в регионе с использованием геоинформационных технологий является актуальным. Цель исследований - оценка современного состояния агроландшафтов Рязанской области с использованием геоинформационной модели мониторинга. Авторами установлен тип, класс и подклассы агро-ландшафта на территории Рязанской области. Главными причинами экологической слабости агроландшафта являются замена устойчивых естественных растительных сообществ экологически уязвимыми агроценозами и возникновение в них свободных экологических ниш, доступных для сорной растительности и сельскохозяйственных вредителей. Устойчивое функционирование агроландшафта – постоянный уход и управление со стороны человека. Один из способов управления – создание экологического каркаса агроландшафта. Для этого на современном этапе целесообразно использовать геоинформационные технологии.

Ключевые слова: агроландшафт, устойчивость, геоинформационные технологии, экология

Природосберегающее производство продукции растениеводства подразумевает развитие земледелия на основе ландшафтного подхода. Природные ландшафты являются саморегулирующимися системами, поддерживающими устойчивое состояние. Иная ситуация складывается в созданном человеком агроландшафте (культурном ландшафте) как интегральной территориальной геосистеме сельскохозяйственного типа, обеспечивающей решение продовольственной проблемы [1, 2, 3, 10]. Современные агроландшафты должны быть долговечными, экологически равновесными и гармонично связанными с естественными ландшафтами, устойчивыми к неблагоприятным воздействиям,

экономически выгодными [1, 2, 3, 8]. Тем не менее антропогенная деятельность ведет к негативным преобразованиям [5, 6, 8]: утрате стабильности агроландшафта, сокращению площади естественных экосистем со скоростью 0,5-1,0% в год. К примеру, к началу 1990 г. их сохранилось около 40%, к 2030 г. ожидается их полная ликвидация [9].

Теоретические основы территориальной организации ландшафтов в системе агропромышленного производства разработаны А.Г. Исаченко, Ф.Н. Мильковым, В.А. Николаевым, В.М. Чупахиным. Теоретические положения и методические основы формирования агроландшафтов и рационального использования сельскохозяйственных земель нашли отражение в исследованиях М.И. Абузова, В.Ф. Валькова, А.Н. Каштанова,

С.И. Колесникова, М.И. Лопырева, Е.В. Полуэктова, Н.Б. Сухомлиновой. Эколого-экономические аспекты формирования рационального землепользования, повышения эффективности применения эколого-ландшафтных систем земледелия обоснованы в исследованиях С.М. Бойко, А.А. Варламова, В.Н. Волкова, В.И. Кирюшина, А.С. Чешева. Вопросы геоинформационного моделирования агроландшафтов занимались в разные годы И.Ю. Каторгин, И.Ю. Савин и Е.Г. Федорова, Б.А. Красноярова Н.Г. Рамазанов, К. Ле Бас и М. Джамейн, Т.П. Варшанин, В.В. Резвых.

Несмотря на активизацию научных исследований в области рационального землепользования, направленных на изучение теоретико-методологических основ формирования продуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов, обследование современного состояния сельскохозяйственных земель в регионе с использованием геоинформационных (ГИС) технологий считаем актуальным.

Объекты и методы исследований

Цель исследований - оценка современного состояния агроландшафтов Рязанской области с использованием геоинформационной модели мониторинга.

Методология работы состоит из применения общих и специальных методов научного познания – анализа, синтеза, сопоставления, сравнительно-географического и диалектического подходов. Исследования основывались на средне- и крупномасштабных ландшафтных изысканиях, проведенных на протяжении 2010-2018 годов и авторском теоретическом обзоре научных публикаций с 1950 по 2017 годы.

Объекты исследования – агроландшафты Рязанской области. Предмет исследования – основные интегральные показатели почвенного плодородия в пределах агроландшафтов Рязанской области и сельскохозяйственная деятельность с использованием геоинформационных технологий.

Усовершенствована геоинформационная модель с базой географических данных

(БГД) и базой картографических данных (БКД), ядром которых служила объектная модель, созданная с использованием UML (Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования), которая при помощи CASE-средств, входящих в состав ArcGIS 9.2, была преобразована в физическую модель БГД, способную функционировать в среде любой СУБД (персональной типа MS Access или корпоративной типа MS SQL, Oracle, Informix и др.). Для наполнения БГД и БКД данными производились сканирование необходимых картографических материалов, их оцифровка, пространственная привязка и ввод атрибутивной информации. В качестве программного обеспечения использовался продукт компании ESRI ArcGIS 9.2. Структура управления БГД и БКД - одна из составных элементов геоинформационной системы, представляющей собой набор встроенных программных средств, обеспечивающих доступ к информации из баз данных. Структуризация фактов дала возможность определения взаимозависимостей между изучаемыми объектами и их соподчинение (например: фация → звено → урочище → местность) [2, 5]. Структуризация базировалась на понятиях сущность → атрибут → связь. В БГД и БКД набором атрибутов представлялись свойства объектов.

Результаты исследований

Теоретический обзор научных публикаций с 1950 по 2017 годы и самостоятельно проведенные ландшафтные изыскания (рисунок 1) предоставили возможность получить достаточно полную информацию о естественных и культурных ландшафтах Рязанской области и установить существенные различия природных факторов. В пределах природной зоны развито несколько категорий агроландшафтов, что сказывается на результатах сельскохозяйственного производства [8].



Рисунок 1 – Ландшафтные изыскания на естественном лугу в 2019 г.

Так, в современном рельефе Рязанской области, обособляется ряд крупных неровностей - возвышенных и сниженных участков, отличающихся по глубине и густоте эрозионного расчленения, морфологии междуречий и речных долин [8]. Выделяют 3 основные части: I – северная часть (левобережье реки Ока) представляет плоскую песчано-болотную равнину; в понижениях много болот и озер; II – восточная часть (правобережье реки Ока), более высокая с слегка холмистым рельефом, характеризующимся чередованием меридионально вытянутых повышений и понижений; III - рельеф западной части пересеченный, расчлененный оврагами и балками.

Наблюдаются значительные климатические отклонения, что позволило разделить Рязанскую область на три агроклиматических района: северная пониженная часть области с суммой среднесуточных температур за период активной вегетации 2150-2200°C и ГТК=1,2-1,3 входит в I агроклиматический район; вся центральная часть области с суммой температур 2200-2300°C и ГТК=1,1-1,2 относится ко II агроклиматическому району; южная и юго-восточная часть области с суммой среднесуточных температур за период активной вегетации 2300-2350°C и ГТК=1,0 – к III агроклиматическому району.

Рязанская область входит в пределы 3-х ландшафтных зон. Северная часть области относится к зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов (подтаежная зона) с дерново-подзолистыми почвами. На плохо дренированных участках располагаются болотно-подзолистые и болотные почвы.

Южнее находится зона широколиственных лесов с серыми лесными почвами, которые в понижениях сменяются серыми лесными глеевыми и дерново-глеевыми почвами. В южной части области – степной зоне – наиболее распространены черноземы. Плохо дренированные участки в лесостепной зоне заняты лугово-черноземными почвами, солодами. Во всех природных зонах среди интразональных почв присутствуют аллювиальные почвы, формирующиеся в поймах р. Оки и её притоков. К азональным относятся почвы оврагов, балок и долин малых рек.

На территории Рязанской области формирование почв происходило на покровных лессовидных суглинках, моренных суглинках, водно-ледниковых песках и супесях, аллювиальных песках, суглинках и глинах, делювиальных суглинках, эоловых песках, органогенных отложениях. При прочих равных условиях суглинистые и глинистые почвы являются более плодородными, чем песчаные и супесчаные. Преобладание почв тяжелого гранулометрического состава отмечается к югу от р. Оки. В Мещерской и Мокшинской низинах, по долинным зандрам рр. Пары, Цны, Рановы наиболее распространены почвы легкого гранулометрического состава. Таким образом, природные факторы в большей степени определили развитие земледелия в районах области.

В процессе изысканий и обобщения научной литературы нами установлен тип агроландшафта Рязанской области с учетом ландшафтно-водосборного подхода в зависимости от орологических свойств, соответствующий равнинному классу, внутри которого объединены полевой, лугово-пастбищный, садовый и садово-полевой подклассы.

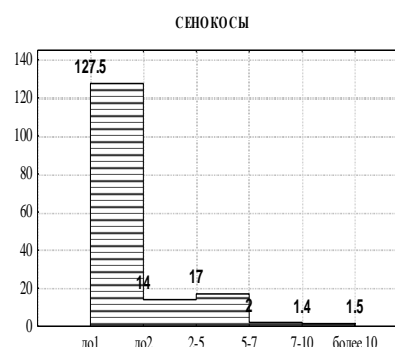
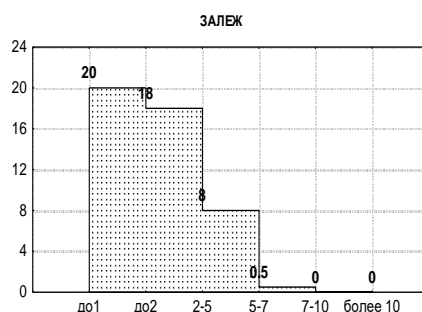
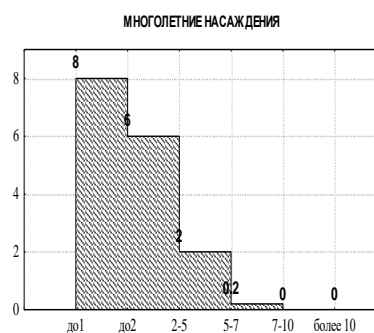
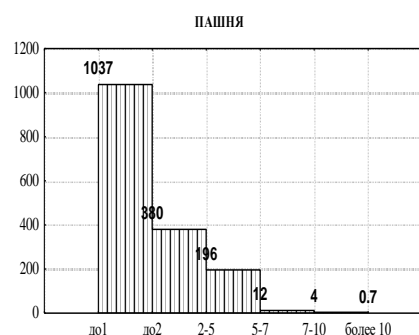
Являясь лимитирующими факторами, природные условия в большей степени обуславливают современное состояние ландшафтов, вторым фактором выступает развитая хозяйственная деятельность в регионе [2, 4, 6]. В агроландшафтах прерваны эволюционно сложившиеся взаимосвязи между компонентами в результате неразумной деятельности человека, нарушена трансформация

биогеохимического круговорота веществ [7]. В естественных ландшафтах около 10 % первичной биологической продукции, создаваемой зелеными растениями, перерабатывается в трофических цепях животными, а остальная растительная масса после отмирания расходуется на воспроизводство плодородия почв. В агроландшафтах, наоборот, отчуждение с убранным урожаем подавляющей части биомассы создает дисбаланс геохимического круговорота [2]. Земледелие – это форма освоения и развития человеком своей экологической ниши (ЭН) с целью удовлетворения в продуктах питания [6]. В ЭН прослеживается господство человека, что является причиной потери агроэкосистемами потенциала устойчивости к неблагоприятным воздействиям и разрушения природных комплексов различных иерархических порядков. Значение ресурсосберегающего подхода в противоположность к тотально-потребительскому состоит в более полном воплощении эффекта накопления полезных изменений, отвечающих за ресурсную

устойчивость ЭН. По отношению к агроэкосистеме человек выступает активным структурным внутренним элементом, ее неотъемлемой частью, со своей ЭН и поведением, подчиненным общим экологическим законам [4, 6].

По кривой Одумов целесообразное экологическое равновесие (100% получаемых полезностей) представляется при соотношении 40% преобразованных и 60% естественных экосистем [1]. Для Рязанской области на основе проведенных расчетов нами рекомендуется соотношение угодий, при котором на долю пашни и агроландшафтного звена «лес-луг-вода» приходится по 50%. Это идеальное соотношение, но не всегда выполнимое в силу устоявшегося антропоцентристского мировоззрения в понимании природы.

Общий земельный фонд Рязанской области составлял на 1 января 2015 г. 3960,5 тыс. га, из которых земли сельскохозяйственного назначения 2569,5 тыс. га, или 65%, пашня — 1450,3 тыс. га, кормовые угодья — 617,1 тыс. га (рисунок 2).



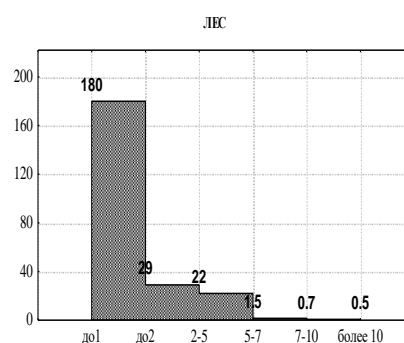
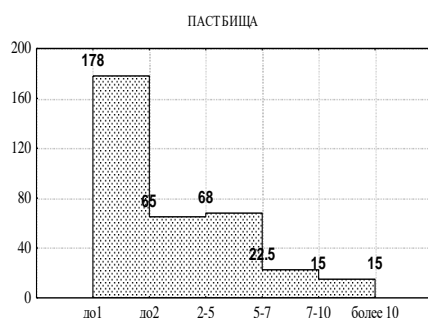


Рисунок 2 - Распределение площади сельхозугодий (тыс. га)

Потери сельхозугодий за последние годы составили до 10 тыс. га, из них в большей степени утрачено пастбищных земель. Около 10% земель сельскохозяйственного назначения Рязанской области на сегодняшний день не используются либо эксплуатируются не по целевому назначению, около 30% (примерно 450 тыс. га) пашен не вовлечены в хозяйственный оборот, из которых 7% (около 100 тыс. га) заросли древесно-кустарниковой растительностью и требуют перевода в земли лесного фонда.

Известно, что 0,1 га пашни достаточно для обеспечения человека продуктами питания. На 1 января 2016 г. по данным областного комитета государственной статистики численность населения Рязанской области составила 1129829 чел. Плотность населения — 28 чел/км². На 1 жителя области приходится в среднем более 1 га пашни. Как видим, снизить долю пашни, заняв высвободившуюся территорию «щадищами» экосистемами, возможно без ущерба сокращения потребления продуктов питания, но при условии повышения урожайности культурных растений и сокращения площади посевов под второстепенными культурами, не являющимися необходимыми для человека [3, 6, 8, 10].

В целом в регионе наблюдается низкая агротехника и, как следствие, снижение плодородия почв, особенно в южных районах области, расположенных на выщелоченных и оподзоленных черноземах. В Рязанской области до 80-х годов XX столетия во всех районах имело место тенденция снижения гумуса на уровне 0,1-0,3% в зависимости от первоначальных

величин, характеризующих естественное состояние органического вещества. Наибольшие потери отмечены в плодородных темных серых лесных, выщелоченных и оподзоленных черноземах, содержащих в 1950-х годах, по литературным данным, не менее 6% гумуса. К 1985 г. выявлена неоднозначная картина пространственного изменения гумуса за предшествующие годы. Ранее была установлена прибыль органического вещества и гумуса в почвах с относительно низким уровнем естественного плодородия: в дерново-подзолистых и светло-серых лесных почвах Кадомского и Клепиковского районов с приростом гумуса к 1978-1981 гг. 0,6%. В серых лесных почвах Рязанского района зафиксировано рекордное повышение гумуса на 1,0%. Напротив, в выщелоченных и оподзоленных черноземах установлены существенные темпы снижения гумуса: в почвенном покрове Сараевского района он составил 0,5%, Скопинском и Ухоловском - 1,0% [4]. По наличию многолетних насаждений, сенокосов и пастбищ в целом для Рязанской области состояние агроландшафтов трактуется как неустойчивое. Обзор региональных природно-хозяйственных комплексов, соотношения хозяйственных действий с природными условиями конкретной территории целесообразно проводить с применением геоинформационного моделирования, являющимся эффективным средством сбора, систематизации и анализа данных, отражающих прошлую и современную ситуацию в регионе, применяемых при прогнозировании и планировании рационального природопользования. В Рязанской области

пока слабо практикуется геоинформационное моделирование агроландшафтов с созданием специализированной базы данных. На основе геоинформационных моделей мониторинга отечественных и зарубежных исследователей [6, 10] авторами усовершенствована его структура, оценка и наблюдения за состоянием агроландшафтов с позиции системного подхода и создана собственная база данных. Системный подход представляет собой совокупное, взаимосвязанное, пропорциональное анализирование всех факторов, методов и решений сложной задачи конструирования интерфейса взаимодействия [2, 4, 6]. Рассмотрим пример результата ландшафтного изыскания в 2018 году на территории Рязанского района. Проведенная оценка соответствия природных условий хозяйственной деятельности УНИЦ «Агротехнопарк» Рязанского района Рязанской области определила величину

совокупного показателя плодородия почв на примере УНИЦ «Агротехнопарк» Рязанского района Рязанской области на 1,5 единицы выше балла бонитета, что свидетельствовало об общем состоянии сельскохозяйственных угодий на одном уровне и отсутствии резких перепадов в почвенных показателях [4, 7]. Но данная ситуация не является типичной для региона, разница варьирует от 5 до 30%, что косвенно может сказываться на расчете кадастровой стоимости земель. С использованием объектных классов БГД «Ландшафты», «Виды земель», «Землепользователи» и оверлейных операций ГИС был получен результирующий слой, содержащий информацию о составе и структуре земель ландшафта. На его основе были созданы карты сельскохозяйственной освоенности и лесистости территории, позволяющие судить о пригодности данного ландшафта для хозяйственной деятельности (рисунок 3).

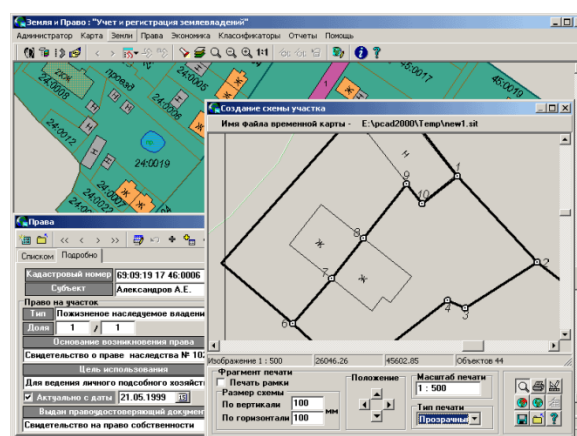
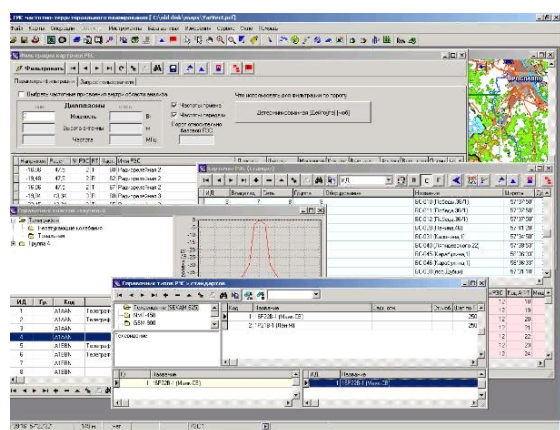


Рисунок 3 – База географических данных (БГД) и базы картографических данных (БКД) геоинформационной модели на примере УНИЦ «Агротехнопарк»

Было проанализировано экологическое состояние территории, оценена степень экологической стабильности посредством расчета коэффициента экологической стабилизации ландшафта, выполненного с использованием объектного класса «Ландшафты» и класса «Виды земель». Результаты показали, что агроландшафт УНИЦ «Агротехнопарк» характеризуется коэффициентами экологической стабилизации: 5% нестабильного хорошо выраженного, 7% - нестабильного, 34% - условно стабильного, 46% - стабильного, 8% - стабильного хорошего состояния. Из

приведенных расчетов следует, что стабильным состоянием с разным коэффициентом обладает лишь 88% исследуемого в конкретном хозяйстве агроландшафта. На основе фактора стабилизации регулируется соотношение стабильных и нестабильных экосистем в агроландшафте. На наш взгляд, леса, лесополосы, луга, водные экосистемы должны занимать важное место в агроландшафте, гармонично вписываясь в его структуру и являясь его функциональным дополнением. Одним из оптимальных вариантов реализации

подходов по улучшению функций агроландшафта конкретной территории является, по нашему мнению, облесение проблемных участков с нестабильным хорошо выраженным и нестабильным состоянием, занимающих в УНИЦ «Агротехнопарк» 12%.

Выводы

Разработка геоинформационного обеспечения для проектирования агроландшафта на уровне конкретного хозяйства с учетом ландшафтного подхода и экономических особенностей позволила определить коэффициенты экологической стабилизации и наметить пути решения проблемы. Главными причинами экологической слабости агроландшафта являются замена устойчивых естественных

растительных сообществ экологически уязвимыми агроценозами и возникновение в них свободных экологических ниш, доступных для сорной растительности и сельскохозяйственных вредителей; механического разрушения почвенного покрова; снижению плодородия почв; упрощению территориальной организации коренного ландшафта. Главное условие устойчивого функционирования агроландшафта – постоянный уход и управление со стороны человека, то есть создания экологического каркаса агроценоза с использованием геоинформационных технологии. Изучение и создание экологического каркаса – следующий этап в организации агроландшафтных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкология [Текст] / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под. ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса - М.: Колос, 2000. - 536 с. 2. Карчагина, Л.П. Формирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства: на примере Республики Адыгея [Электронный ресурс] / Л.П. Карчагина: диссертации по ВАК 25.00.26, 25.00.36 - Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, кандидат географических наук. - Ростов-на-Дону, 2007. - 184 с. - Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/formirovanie-vysokoproduktivnykh...> Дата обращения 10.07.2018. 3. Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов [Текст] / В.И. Кирюшин. - М.: Колос, 2011. - 443 с. 4. Захарова, О.А. Режим органического вещества в мелиорированной почве [Текст] / О.А. Захарова, Я.В. Костин. - Рязань: РГАСУ, 2013. - 116 с. 5. Латыпова, З.Б. Развитие исследовательских методов в преподавании почвоведения: организация агроландшафтных исследований (на примере Республики Башкортостан) [Электронный ресурс] / З.Б. Латыпова // Pedagogical Journal, 2016.- №3. - С. 184-194. Режим доступа: <http://www.publishing-vak.ru/> Дата обращения: 03.08.2018. 6. Николаев, В.А. Концепция агроландшафта [Текст] / В.А. Николаев // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1987. - № 2. - С. 22-27. 7. Мусаев, Ф.А. Современный и ретроспективный анализ состояния ландшафтов Рязанской области [Текст] / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова. - Рязань: РГАСУ, 2014. - 257 с. 8. Мусаев, Ф.А. Ядовитые растения кормовых угодий и их воздействие на организм сельскохозяйственных животных [Текст] / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова, Н.И. Морозова, Я.В. Костин. - Рязань: РГАСУ, 2013. - 150 с. 9. Vagstad, N. (2001) Nutrient Losses from Agriculture in the Nordic and Baltic Countries. Measurements in small agricultural catchments and national agro-environmental statistics. Tema Nord.- 2001:591. Nordic Council of Ministers.-Copenhagen.- 74 p. 10. Van Berkel D.B., Verburg P.H. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape // Ecological indicators. 2014. Vol. 37. P. 163-174.

Geoinformasiya texnologiyalarından istifadə etməklə aqrolandşaftların müasir vəziyyətinin qiymətləndirilməsi

F.A.Musayev, O.A.Zaxarova, R.N.Uşakov, M.Q.Mustafayev

Müasir landşaftlar uzunömürlü, ekoloji cəhətdən balanslaşmış və təbii landşaftlarla harmonik uyğunlaşaraq əlverişsiz təsirlərə dayanıqlı və iqtisadi cəhətdən səmərəli olmalıdırlar. Torpaqdan səmərəli istifadəyə aid tədqiqatların aktivləşməsinə baxmayaraq təklif edilən tədbirlərin praktiki olaraq həyata keçirilməsi yolları kifayət qədər işlənilməyib. Bununla əlaqədar geoinformasiya texnologiyalarından istifadə edərək regionda aqrolandşaftların müasir vəziyyətinin öyrənilməsi aktualdır. İşin məqsədi- Ryazan vilayətində monitorinqin geoinformasiya modelindən istifadə edərək aqrolandşaftların müasir vəziyyətinin qiymətləndirilməsidir. Müəlliflər tərəfindən Ryazan vilayətində aqrolandşaftın tipi, sinifi və sinifaltı müəyyən edilmişdir. Aqrolandşaftın ekoloji zəifliyinin əsas səbəbi dayanıqlı təbii fitosenozların (bitki qruplaşması) ekoloji zəif aqrosenozlar ilə əvəz edilməsi və onların arasında əlaqə bitkiləri və kənd təsərrüfatı zərərvericilərinin inkişafına şərait yaranan sərbəst ekoloji nişin yaranmasıdır. Aqrolandşaftın dayanıqlı fəaliyyətinin başlıca şərti – insan tərəfindən daimi qulluq və idarə olunmasıdır. İdarəetmənin üsullarından biri-aqrolandşaftın ekoloji çərçivəsinin (karkasının) yaradılmasıdır. Bunun üçün müasir mərhələdə geoinformasiya texnologiyalarından istifadə olunması məqsədəuyğundur.

Açar sözlər: aqrolandşaft, dayanıqlıq, geoinformasiya texnologiyaları, ekologiya

Evaluation of the current state of agro landscapes with the help of geoinformation technologies

F.A. Musayev, O.A.Zakharova, R.N.Ushakov, M.G.Mustafayev

Modern agro landscapes should be durable, environmentally balanced and in harmony with natural landscapes, resistant to adverse impacts and economically sound. Despite some intensification of scientific research in the field of rational land use, the methods of practical implementation of the proposed activities have not been sufficiently developed. In this regard, the study of the current state of agricultural landscapes in the region using geoinformation technologies is relevant. The aim of the research is to assess the current state of agricultural landscapes in Ryazan oblast using a geoinformation monitoring model. The authors established the type, class and subclasses of the agro landscape in Ryazan oblast. The main reasons for the ecological weakness of the agro landscape are the replacement of sustainable natural plant communities with environmentally vulnerable agrocoenosis and the emergence free ecological niches accessible to weeds and pests. The main condition for the sustainable functioning of the agro landscape is constant care and management. One way to manage it is to create an ecological framework for the agro landscape. To do that it is advisable to use geoinformation technologies at the present stage.

Keywords: *agro landscape, resistance, geoinformation technologies, ecology*

